

## ВПЛИВ ОДНОВІСНОГО ТИСКУ НА ДВОПРОМЕНЕЗАЛОМЛЕННЯ КРИСТАЛІВ ТГС З ДОМІШКОЮ L-ВАЛІНУ

В.Й. СТАДНИК, Ю.І. КІРИК, І.М. МАТВІЙШИН

УДК 537.226, 548  
© 2010

Львівський національний університет ім. І. Франка  
(Вул. Кирила і Мефодія, 8, Львів 79005; e-mail: vasylstadnyk@ukr.net)

Досліджено температурні й баричні залежності двоприменезаломлення  $\Delta n_i$  кристалів тригліцинусульфату (ТГС) з домішкою L-валіну. Встановлено, що внесення домішки L-валіну приводить до послаблення температурної залежності  $\Delta n_i$  кристалів ТГС. Встановлено, що  $\Delta n_i$  достатньо чутливе до дії одини-сних тисків. Визначено баричні коефіцієнти зміщення точки ФП  $\partial T_c / \partial \sigma_m$ .

треоніну [2] змінює показники заломлення  $n_i$  та  $\Delta n_i$  кристалів ТГС.

У цій роботі досліджено вплив домішки L-валіну та одновісного механічного тиску на дисперсію та температурні зміни  $\Delta n_i$  кристалів ТГС.

L-валін – амінокислота, що відрізняється від гліцину групою C-(CH<sub>3</sub>)<sub>2</sub> [3]. Для домішкових кристалів ТГС виявлено зміну доменної структури залежно від часу спонтанного старіння [4]. Для всіх домішкових кристалів ТГС характерні поля зміщення, вплив яких подібний до зовнішнього поля, так що зразок стає монодоменим, а доменна структура стає фіксованою [5].

### 1. Вступ

Введення домішки у сегнетоелектричний кристал ТГС приводить до зміни його оптичних властивостей. Так, показано, що введення домішок аланіну [1] і L-

### 2. Результати вимірювань та обговорення

На рис. 1 зображено дисперсію  $\Delta n_i$  чистих і домішкових кристалів ТГС, виміряних інтерференційним методом за відомою методикою [6]. Як видно, введення домішки суттєво змінює абсолютну величину  $\Delta n_i$ , не змінюючи при цьому характер дисперсії  $|\partial \Delta n_z / \partial \lambda| > |\partial \Delta n_x / \partial \lambda| > |\partial \Delta n_y / \partial \lambda|$ . Двоприменезаломлення домішкового кристала зменшується в Z- і Y- напрямках:  $\Delta n_z^C - \Delta n_z^L = 7,87 \cdot 10^{-3}$  і  $7,58 \cdot 10^{-3}$ ,  $\Delta n_y^C - \Delta n_y^L = 4,42 \cdot 10^{-3}$  і  $7,6 \cdot 10^{-3}$  для  $\lambda = 300$  нм та  $\lambda = 700$  нм відповідно. В X-напрямку виявлено зміну знака двоприменезаломлення порівняно з чистим кристалом ТГС:  $\delta(\Delta n_x) = \Delta n_x^C - \Delta n_x^L = -1,88 \cdot 10^{-3}$  і  $+1,31 \cdot 10^{-3}$  для  $\lambda = 300$  нм і  $\lambda = 700$  нм відповідно.

Виявлено, що за кімнатної температури при  $\lambda \sim 349$  нм  $\Delta n_i$  чистого і домішкового кристала ТГС стають рівними між собою  $\Delta n_x^C = \Delta n_x^L = 0,07861$ . Оскільки з температурою  $\Delta n_x$  домішкового кристала зменшується набагато повільніше, ніж чистого, то при зниженні температури точка  $\Delta n_x^C = \Delta n_x^L$  буде зміщатись у бік більших довжин хвиль. Подібну ситуацію було виявлено у кристалі ТГС з домішкою L-треоніну. Зрозуміло, що введення домішки різного вагового складу у кристал ТГС приведе до чисельних змін  $n_i$  і  $\Delta n_i$ , а наявність точки рівності  $\Delta n_i$  в певних

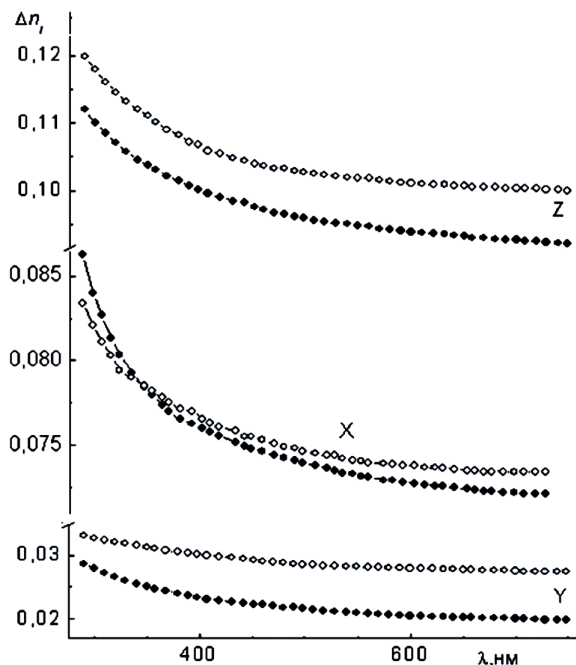


Рис. 1. Двоприменезаломлення чистого (світлі точки) і з домішкою L-валіну (темні точки) кристалу ТГС

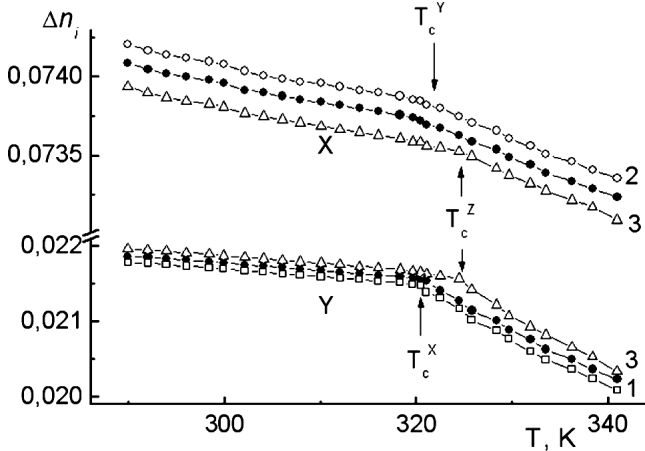


Рис. 2. Температурна поведінка двоприменезаломлення кристалів ТГС з 5% домішкою L-валіну для різних напрямків одновісного тиску для  $\lambda = 500$  нм: темні точки – механічно вільний кристал, 1 –  $\sigma_x$ ; 2 –  $\sigma_y$ ; 3 –  $\sigma_z = 200$  бар відповідно

напрямок чистого і домішкового кристалів може бути використана для дослідження розподілу домішки оптичним методом.

На рис. 2 наведено температурні зміни головних значень  $\Delta n_i$  кристалів LVTGS для навантажених зразків. Загальні особливості такі: зміни  $\Delta n_i$  пропорційні температурі, при переході через точку Кюрі змінюється величина похідної  $\partial \Delta n_i / \partial T$ ; одновісні тиски, змінюючи абсолютну величину  $\Delta n_i$ , принципово не змінюють температурного ходу  $\Delta n_i$ ; під впливом тиску зміщується точка ФП. При зниженні температури  $\Delta n_i$  зменшується у всіх трьох кристалофізичних напрямках. Встановлено, що зміни  $\Delta n_i$  у парафазі в усіх напрямках домішкового кристала ТГС лінійні:  $d\Delta n_y/dT = 6,54 \cdot 10^{-5}$ ,  $d\Delta n_z/dT = 12,44 \cdot 10^{-5}$ ,  $d\Delta n_x/dT = 2,41 \cdot 10^{-5} \text{ K}^{-1}$ . У сегнетофазі виявлено незначну нелінійність змін  $\Delta n_i$ . У точці Кюрі для Z- і Y- напрямків виявлено чіткі зміни  $\Delta n_i(T)$ , тоді як для X-напрямку ці зміни незначні. У сегнетофазі  $\Delta n_i$  домішкового кристала дуже слабо змінюється з температурою:  $d\Delta n_y/dT = 0,85 \cdot 10^{-5}$ ,  $d\Delta n_z/dT = 1,86 \cdot 10^{-5}$ ,  $d\Delta n_x/dT = 1,85 \cdot 10^{-5} \text{ K}^{-1}$ .

Встановлено, що до тисків  $\sigma_i \sim 200$  бар величина  $\Delta n_i$  зростає лінійно. Тиски  $\sigma_x$  і  $\sigma_y$  приводять до різних за величиною та знаком змін  $\Delta n_z$ :  $\delta \Delta n_z = 8,1 \cdot 10^{-5}$  ( $\sigma_x = 200$  бар) та  $-7,2 \cdot 10^{-5}$  ( $\sigma_y = 200$  бар) (рис. 3). Аналогічні залежності виявлено для  $\Delta n_x$  і  $\Delta n_y$ :  $\delta \Delta n_y = -6,2 \cdot 10^{-5}$  і  $9,8 \cdot 10^{-5}$  для  $\sigma_x$  і  $\sigma_z = 200$  бар,  $\delta \Delta n_x = 10,1 \cdot 10^{-5}$  і  $-12,3 \cdot 10^{-5}$  для  $\sigma_y$  і  $\sigma_z = 200$  бар. В цілому завжди один із тисків, нормальних до напрямку спостереження, дає збіль-

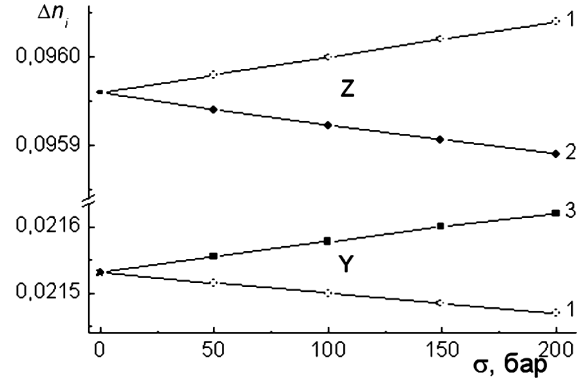


Рис. 3. Барична залежність двоприменезаломлення кристала ТГС з 5%-ною домішкою L-валіну при кімнатній температурі для  $\lambda = 500$  нм: 1 –  $\sigma_x$ ; 2 –  $\sigma_y$ ; 3 –  $\sigma_z$

шення, а другий – зменшення, крім того, ці прирости різні за модулем, і для кристала LVTGS  $\delta \Delta n_x > \delta \Delta n_y \geq \delta \Delta n_z$ .

З рис. 2 також видно, що при дії тисків  $\sigma_x$  і  $\sigma_y$  точка ФП зміщується в бік низьких температур:  $T_c^x = 320,5 \text{ K}$  і  $T_c^y = 320,2 \text{ K}$ , тоді як тиск  $\sigma_z$  зміщує останню в бік більш високих температур  $T_c^z = 325,2 \text{ K}$  ( $T_c^0 = 321,8 \text{ K}$ ). При тому температурні коефіцієнти зміщення ФП становлять  $\partial T_c / \partial \sigma_x = -0,0064$ ,  $\partial T_c / \partial \sigma_y = -0,008$  і  $\partial T_c / \partial \sigma_z = +0,0171 \text{ K/бар}$ . “Сумарний” (гідростатичний) коефіцієнт зміщення точки ФП під впливом одновісних тисків становить:

$$\partial T_c / \partial p = \sum_{i=1}^3 \partial T_c / \partial \sigma_i = +0,0027 \text{ K/бар.}$$

З одного боку, ці результати добре корелюють з відповідними результатами для чистого кристала ТГС [7], де було знайдено такі значення:  $\partial T_c / \partial \sigma_x = -7$ ,  $\partial T_c / \partial \sigma_y = -8,5$  і  $\partial T_c / \partial \sigma_z = 20 \text{ K/кбар}$ . Отримані нами коефіцієнти є дещо меншими, що підтверджує зростання жорсткості кристалів ТГС при внесенні домішок.

З іншого боку, аналогічні результати отримано для кристалів  $\text{LiKSO}_4$ ,  $\text{RbNH}_4\text{SO}_4$ ,  $(\text{NH}_4)_2\text{BeF}_4$ , а також сегнетової солі та KDP [8–11], де залежно від напрямку тиску виявлено зміщення  $T_c$  у бік високих чи низьких температур, і при тому “сумарний” коефіцієнт зміщення  $T_c$  був від’ємним. Ці зміщення точок ФП були пояснені впливом температури і тиску на зміщення елементів структури, характерні для даного ФП.

На рис. 3 наведено баричні залежності двоприменезаломлення кристалів ТГС з 5%-ною домішкою L-

валіну за кімнатної температури й  $\lambda = 500$  нм. З рисунка видно, що до тисків  $\sigma_i \sim 200$  бар величина  $\Delta n_i$  зростає лінійно. Тиски  $\sigma_x$  і  $\sigma_y$  приводять до різних за величиною та знаком змін  $\Delta n_z$ :  $\delta\Delta n_z = 8,1 \cdot 10^{-5}$  ( $\sigma_x = 200$  бар) та  $-7,2 \cdot 10^{-5}$  ( $\sigma_x = 200$  бар).

Таким чином, досліджено температурні й баричні залежності  $\Delta n_i$  кристалів тригліцинсульфату (ТГС) з домішкою *L*-валіну. Встановлено, що внесення домішки *L*-валіну приводить до послаблення температурної залежності  $\Delta n_i$ , що зумовлено зростанням жорсткості домішкових кристалів та зменшенням спонтанної поляризації. Встановлено, що  $\Delta n_i$  достатньо чутливе до дії одновісних тисків. При цьому завжди один із тисків, нормальних до напрямку спостереження, дає збільшення, а другий – зменшення  $\Delta n_i$ , і ці прирости є різні за модулем. Визначено температурні коефіцієнти зміщення точки ФП  $\partial T_c / \partial \sigma_m$ , які є дещо меншими, ніж у чистих кристалах ТГС.

1. Н.А. Романюк, С.С. Дикий, А.М. Костецкий, В.М. Габа, Физ. Электроника **26**, 76 (1983).
2. Н.А. Романюк, А.М. Костецкий, И.Ф. Виблый, УФЖ **21**, 207 (1976).
3. J. Stankowska, S. Mielcarek, A. Czarnecka, and M. Musial, Ferroelectrics **158**, 169 (1994).
4. J. Stankowska, A. Czarnecka, S. Mielcarek, Ferroelectrics **172**, 221 (1995).
5. J. Stankowska, A. Czarnecka, and G. Kwitkowska, Ferroelectrics **1108**, 325 (1990).
6. V.Yo. Stadnyk, M.O. Romanyuk, M.R. Tuzyak, and V.Yu. Kurluak, Ukr. J. Phys. **54**, 587 (2009).
7. Н.А. Романюк, Б.Г. Мьцьк, В.М. Варикаш, ФТТ **25**, 1670 (1983).
8. M.O. Romanyuk, V.Yo. Stadnyk, Condensed Matter Physics **2**, 711 (1999).
9. В.И. Стадник, Н.А. Романюк, Р.Г. Червоний, Опт. и спектр. **84**, 317 (1998).

10. В.І. Стадник, УФЖ **43**, 213 (1998).

11. M.O. Romanyuk and V.Yo. Stadnyk, Ukr. J. Phys. **51**, 979 (2006).

Одержано 07.10.09

ВЛИЯНИЕ ОДНООСНОГО ДАВЛЕНИЯ  
НА ДВУПРЕЛОМЛЕНИЕ КРИСТАЛЛОВ  
ТГС С ПРИМЕСЬЮ *L*-ВАЛИНА

*В.И. Стадник, Ю.И. Кирьк, И.М. Матвишшин*

Резюме

Исследованы температурные и барические зависимости дву- преломления  $\Delta n_i$  кристаллов триглицинсульфата (ТГС) с примесью *L*-валина. Установлено, что внесение примеси *L*-валина ведет к ослаблению температурной зависимости  $\Delta n_i$  кристаллов ТГС. Установлено, что  $\Delta n_i$  достаточно чувствительно к действию одноосных давлений. Определены барические коэффициенты смещения точки фазового перехода  $\partial T_c / \partial \sigma_m$ .

EFFECT OF UNIAXIAL PRESSURE ON BIREFRINGENCE  
OF TRIGLYCINE SULFATE CRYSTALS  
WITH *L*-VALINE ADMIXTURE

*V.Yo. Stadnyk, Yu.I. Kiryk, I.M. Matviishyn*

Lviv Ivan Franko National University  
(8, Kyrylo and Mefodij Str., Lviv 79005, Ukraine)

Summary

The temperature and baric dependences of the birefringence  $\Delta n_i$  of triglycine sulphate (TGS) crystals with *L*-valine admixture are investigated. It is established that the introduction of the *L*-valine admixture results in the weakening of the temperature dependence of the birefringence of TGS crystals. It is shown that  $\Delta n_i$  is rather sensitive to the action of uniaxial pressures. The baric shift coefficients of the point of phase transition  $\partial T_c / \partial \sigma_m$  are determined.